

**九龍觀塘觀塘道 404 號時運工業大廈升降機事故  
技術調查報告**

**機電工程署  
2015 年 4 月**

	內容	頁
摘要		3
1. 目的		4
2. 事故背景		4
3. 肇事升降機的技術資料		4
4. 調查方式		5
5. 觀察及調查結果		5
6. 結論		11
7. 加強升降機的安全規管措施		11
附錄	升降機的基本結構	

## 摘要

2014 年 10 月 8 日晚上約 8 時 40 分，九龍觀塘觀塘道 404 號時運工業大廈 1 號升降機據報由 12 樓下滑至升降機井道底部，導致 29 名乘客受傷。該升降機的最大設計負載量為 1 600 公斤或 21 名乘客。

機電工程署（機電署）在獨立專家的協助下完成技術調查，以確定事故的成因。調查顯示，事故肇因是有 31 名乘客擠進升降機機廂，造成過度超載。當已載有 13 人的肇事升降機到達 12 樓後，再有 18 人先後擠入機廂，令肇事升降機由 12 樓開始下滑。雖然有兩名乘客其後迅速離開升降機機廂，但超載情況已超逾額定負載。升降機機廂逐漸加速下滑，最後在撞到升降機井道底部的緩衝器後停下來。

調查顯示，懸吊纜索沒有斷裂，而視覺及聲響超載警報器亦運作正常。升降機的制動系統自升降機停在 12 樓的層站位置時已被啟動。乘客進出升降機機廂而令機廂承受的總負載介乎額定負載的 125.5% 至 132% 之間。升降機制動系統只可承受高至額定負載的 125%，故此未能把升降機機廂保持停定於 12 樓。升降機機廂開始下滑並逐漸加速，限速器感應到超速情況並啟動安全鉗。在升降機超載已超出了設計操作上限的情況下，雖然制動系統及安全鉗已被啟動以減緩下降速度，升降機仍繼續下滑，最後在撞到升降機井道底部的緩衝器後停下來。

# 九龍觀塘觀塘道 404 號時運工業大廈升降機事故 技術調查報告

## 1. 目的

1.1 本文件載述機電工程署（機電署）就 2014 年 10 月 8 日在九龍觀塘觀塘道 404 號時運工業大廈發生的升降機事故進行技術調查後的所得結果。

## 2. 事故背景

2.1 2014 年 10 月 8 日晚上約 8 時 40 分，機電署接獲消防處通訊中心報告，指九龍觀塘觀塘道 404 號時運工業大廈 1 號升降機（「該升降機」）內共 29 名乘客據報受傷。機電署人員於同日晚上約 9 時 30 分抵達現場就事故展開調查。

2.2 肇事的 1 號升降機的最高設計負載量為 1 600 公斤或 21 名乘客。事發時，當已載有 13 人的肇事升降機到達 12 樓後，18 人先後擠入機廂，令人數增加至 31 人，當中兩名乘客在升降機剛開始下滑時離開升降機。升降機內 29 名乘客全部由消防員救出送院。

## 3. 肇事升降機的技術資料

3.1 該升降機是由變壓變頻曳引機驅動，額定速度為每秒 1.0 米（米／秒），額定負載為 1 600 公斤（21 個人），為大廈地面層、1 樓至 14 樓提供服務。升降機的總運行距離約為 45 米。

3.2 升降機由 10 條標稱直徑各為 13 毫米的懸吊纜索吊起。升降機曳引機所在的升降機機房，位於升降機井道旁邊。

3.3 升降機的技術資料簡述如下：

製造商	： 快高靈／力健
驅動控制	： 變壓變頻電動機
機廂門控制	： 水平式中心開
額定速度	： 每秒 1.0 米

額定負載	: 1 600 公斤
纜索比率	: 1 比 1
服務樓層	: 地面層，1 樓至 14 樓
首次安裝年份	: 1979 年
進行主要更改工程的年份	: 2011 年
註冊升降機工程師上一次的 檢驗日期	: 2014 年 1 月 3 日
註冊升降機工程師上一次在 升降機有負載情況下進行檢 驗的日期	: 2013 年 1 月 26 日

3.4 升降機的基本構造及安全保護系統見附錄。

#### 4. 調查方式

4.1 機電署進行技術調查以找出事故成因，所採用的調查方式概述如下：

- (i) 檢視和分析閉路電視片段，以評估超載程度和升降機在事故過程中的速度概況；
- (ii) 量度事涉乘客的體重，以評估超載程度；
- (iii) 在獨立專家協助下檢視、檢查及分析升降機的重要部件，包括制動器、安全鉗、導軌和限速器；
- (iv) 從升降機控制器檢索有關的狀態記錄；
- (v) 會見相關人士並錄取口供，以搜集與事故有關的資料。所會見的人士，包括有關的註冊升降機承辦商、註冊升降機工程師及註冊升降機工程人員、事涉乘客及升降機的負責人；
- (vi) 審視和分析相關記錄，包括工作日誌、維修保養記錄、測試和檢驗報告，以及相關通信。

#### 5. 觀察及調查結果

##### 閉路電視片段

5.1 安裝於升降機內的閉路電視拍下了事發過程。經仔細檢視有關的閉路電視片段後，發現升降機機廂內有 29 名乘客時，機廂是保持停定的。在有多 2 名乘客擠進升降機後，升降機機廂即開始緩慢下滑（即升降機內有合共 31 名乘客

時，便引發最初的非預定向下移動情況)。兩名乘客在升降機機廂剛開始向下移動時離開升降機機廂，而升降機則在仍然載着 29 名乘客的情況下繼續下滑。升降機機廂最後撞到安裝於井道底部的彈簧緩衝器後停下來。此外亦發現在升降機機廂下滑的整個過程中，機廂內門一直是打開的。

### 超載情況

5.2 為評估升降機在事故發生時的實際負載，機電署量度了全部 31 名乘客(包括其隨身物件)的重量，當中包括在升降機機廂剛開始下滑時離開升降機的兩名乘客。機電署在事故發生後致力盡早量度有關重量，以確定事故發生時的實際負載情況。該等重量資料有 58%是在首 6 天內量得，而所有量度工作已在 17 天內完成。由於時間上的相隔，量得的重量或許未能充分反映實際負載情況(例如只能量度已確認及可追查的隨身物件，而某些乘客正接受治療，從他們量得的重量可能較事故發生當時為低)。預期量得的重量會偏低，或許只能反映升降機機廂在事故發生當時所承受的最低負載。該 29 名乘客(事故發生時仍然留在升降機機廂內)的總重量為 1 865 公斤(額定負載的 116.6%)；另外兩名乘客的重量為 143 公斤。經計算後，31 名乘客的總靜態重量為 2 008 公斤(額定負載的 125.5%)。

5.3 乘客進出升降機機廂時，對升降機機廂所施加的動態負載會高於有關乘客的體重。為評估該瞬時負載的水平，機電署在香港理工大學人體運動實驗室進行測試，以測度步行時對地面所施加的瞬變力。測試結果顯示(1) 當一個人正常地踏上一個平面時，對地面所施加的瞬時荷載會較其正常體重超出約 10%至 20%；(2) 當一個人急速步出一個平面時，對地面所施加的瞬時荷載會較其正常體重超出約 53%至 72%。

5.4 閉路電視片段顯示，升降機機廂在首 29 名乘客進入後仍然處於停定狀態。在最後兩名乘客(體重合共 143 公斤)正常地踏進升降機機廂後，機廂即開始下滑。這兩名乘客發覺到升降機機廂正逐漸下降時便迅速離開機廂。升降機當時因所載乘客而承受的總靜態負載及瞬時動態負載估計如下：

$$\text{靜態負載 (升降機機廂內有 29 名乘客)} = 1865 \text{ 公斤}$$

瞬時遞增加載分析：

$$\begin{aligned} &\text{最後兩名正常地踏進升降機機廂的乘客} \\ &(\text{瞬時增加的重量為正常體重的 } 10\% \text{ 至 } 20\%) = 143 \text{ 公斤} \times 1.10 \text{ 至 } 1.20 \end{aligned}$$

	= 157 至 172 公斤
最後兩名乘客迅速離開升降機機廂 (瞬時增加的重量為正常體重的 53% 至 72%)	= 143 公斤 x 1.53 至 1.72 = 219 至 246 公斤
升降機機廂從 12 樓開始下滑前 所承受的瞬時負載	= 1865 + 157 至 172 = 2022 至 2037 公斤 = 額定負載的 126% 至 127%
升降機機廂在兩名乘客於 12 樓迅速離開時 所承受的瞬時負載	= 1865 + 219 至 246 = 2084 至 2111 公斤 = 額定負載的 130% 至 132%

估計升降機機廂所承受的瞬時負載為額定負載的 126 至 127%，然後便開始在 12 樓下滑。當升降機機廂開始下滑時，有兩名乘客在 12 樓迅速離開升降機機廂，令機廂當時承受介乎額定負載 130 至 132% 的更高瞬時負載。在這種惡劣的超載運作情況下，升降機的制動系統無法穩住機廂，升降機開始下滑。.

### 超速情況

5.5 升降機機廂在事故過程中相對於時間的所處位置，是根據閉路電視片段估算。

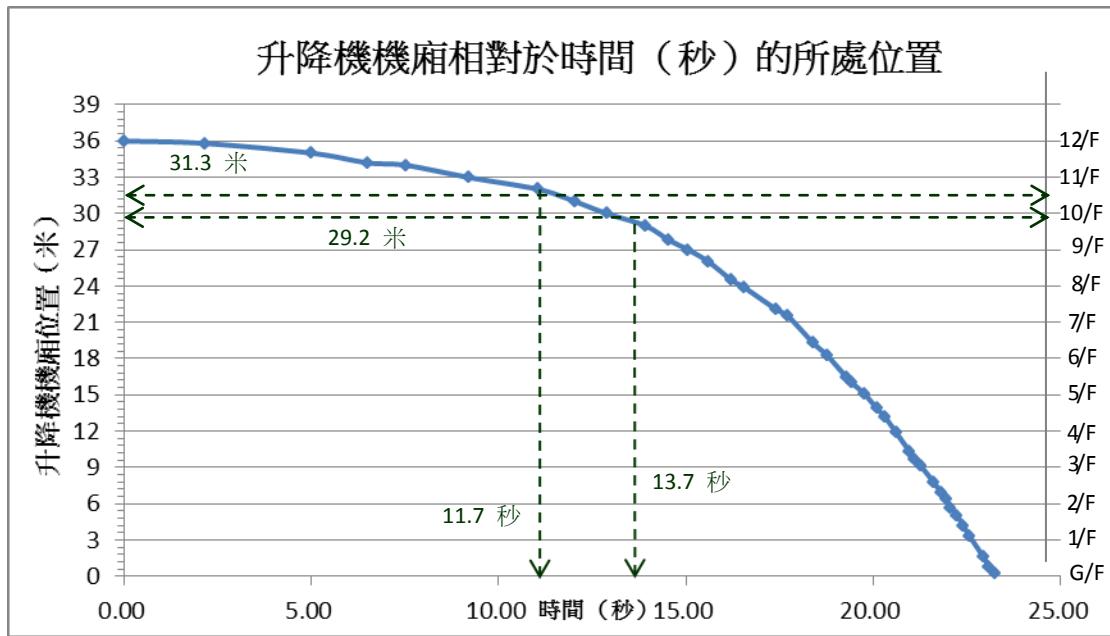


圖 1 升降機機廂相對於時間的所處位置

5.6 升降機機廂在事故過程中相對於時間的速度概況（圖 2），是根據閉路電視片段估算。

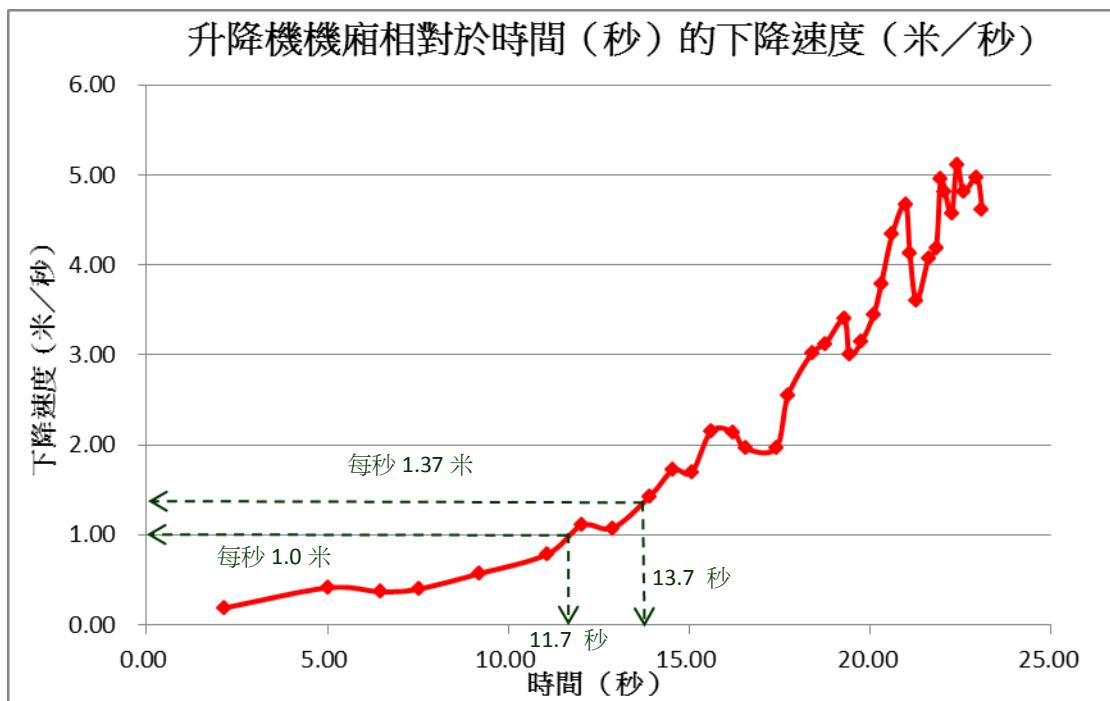


圖 2 1 號升降機的速度概況

5.7 升降機機廂的速度，在最初 5 秒是逐漸增加的。升降機機廂持續加速，在開始從 12 樓下滑後於大約 11.7 秒達到其額定速度（即每秒 1.0 米）。在大約

13.7 秒，升降機機廂進一步達到限速器系統的啟動速度（即每秒 1.37 米，見第 5.19 段）。升降機機廂的速度持續增加，在撞到升降機井道底部的緩衝器前，所達到的最高速度為每秒 5.1 米。調查發現，在升降機機廂開始向下移動後大約 16 秒、20 秒和 22 秒，分別出現若干短暫減速的迹象。

5.8 速度概況顯示，升降機制動系統和安全鉗均曾使用制動力以制停升降機，但未能制止該超載升降機向下移動。

### 懸吊纜索

5.9 在事故發生後已檢驗全部 10 條懸吊纜索，均狀況良好，沒有斷裂。

### 超載保護裝置

5.10 根據乘客提供的資料，升降機機廂開始下滑前，機廂內的視覺及聲響超載警報信號均有啟動。在事故的整個過程中，升降機機廂門一直都是開着的，這符合機電署發出的《升降機及自動梯設計及構造實務守則》（設計守則）的規定。設計守則訂明，超載保護裝置須能防止電力操作門關閉，讓乘客在察覺到視覺及聲響超載警報後，能離開超載的機廂。

### 升降機制動系統

5.11 設計守則要求升降機制動系統須能於升降機機廂以額定速度下行而負載量相等於其額定負載 125% 的情況下，把升降機制停。升降機制動系統必須每年進行無負載測試，另每 5 年進行一次負載量為額定負載 125% 的超載檢查。升降機制動系統的上一次超載檢查，是在 2013 年 1 月 26 日進行。

5.12 在事故發生後的實地調查中，發現制動臂仍處於啟動位置。從閉路電視片段可以確定，儘管制動系統在整個事故過程中一直處於啟動狀態，但卻未能制止升降機機廂向下移動。

5.13 本報告第 5.4 段指出，升降機機廂最初向下移動的原因，是當合共 31 名乘客留在升降機機廂內時，令升降機機廂承受過度的靜態和瞬時負載（為額定負載的 126% 至 127%）。有關負載超出了升降機制動系統的設計操作上限，導致升降機機廂下滑。閉路電視片段顯示升降機機廂在最初 5 秒是逐漸下降的，制動系統當時所承受的瞬時負載，在其額定負載的 130% 至 132% 之間。升降機的速度概況顯示，在升降機從 12 樓開始下滑時，其制動系統已經被啟動。

5.14 在升降機開始下降前，制動器已被啟動。在過度超載的情況下，制動器無法穩住超載的機廂使其保持停定狀態，升降機於是開始下降。摩擦系數在靜態狀況下會較在動態狀況下為高。即使已有兩名乘客離開升降機，制動墊與制動鼓輪之間的摩擦力已在動態狀況下減少，升降機載着 29 名乘客繼續下滑。

5.15 我們委聘的物料專家，就制動墊進行了化驗分析。結果顯示制動墊的表面是正常的，沒有任何燒焦的痕迹和不平均的磨損。曳引機左右兩邊制動墊的量度所得厚度均為 6 毫米，與新制動墊的規定厚度（根據升降機製造商編製的操作及維修手冊所載資料）相若。物料專家也用立體顯微鏡檢視制動墊的表面，發現其表面正常。

## 安全鉗

5.16 設計守則規定，安全鉗須能在機廂下行時發揮作用，以便當機廂速度達到限速器的啟動速度時能夾緊導軌，制停處於額定負載的機廂並使其保持止動狀態。

5.17 附錄闡述限速器系統及安全鉗如何同時發揮作用，制停超速的升降機機廂。

5.18 至於限速器，根據實地調查結果，限速器的電氣掣已被啟動。升降機發動機控制器的狀態記錄亦顯示，在事故過程中，安全電路已被啟動。這些證據均顯示限速器已被啟動。

5.19 我們就限速器的啟動速度進行測試，以檢查限速器的啟動速度。量度所得的啟動速度為每秒 1.37 米。進行實地測試時，發現限速器電氣掣在機械掣正要啟動前已迅速啟動。測試結果顯示限速器操作正常，啟動速度的設定亦符合機電署發出的《設計守則》所訂明的規定。

5.20 如第 5.7 段所述，升降機機廂是逐漸加速下降的，而在下行期間，機廂下滑速度曾 3 次短暫減緩，顯示已起動的限速器啟動了安全鉗的操作。由於升降機機廂的超載情況達到額定負載的 116.6%，已超逾《設計守則》就安全鉗訂明的設計操作上限，因此，當達到系統的啟動速度（每秒 1.37 米）時，安全鉗雖然已被啟動以減緩下降速度，但仍然無法治停升降機機廂。升降機機廂繼續下滑，直至到達升降機井道底部的緩衝器為止。

5.21 調查發現有關升降機承辦商未能調配足夠資源保養該升降機及保險纜

出現鬆弛。機電署已考慮就有關升降機承辦商蒂森克虜伯電梯（香港）有限公司涉嫌在專業方面有失當或疏忽行為展開紀律研訊。

## 6 結論

以下為根據調查所得的結論：

6.1 事故肇因是有共 31 名乘客擠進該額定載客量只限 21 名乘客的升降機內，以致造成嚴重超載情況。

6.2 超載保護裝置的運作是符合設計守則的規定。在升降機機廂開始下滑前，機廂內的視覺及聲響超載警報信號均有啟動，向乘客發出警報。

6.3 升降機機廂所承受的靜態負載與突如其來的過度瞬時負載，超越了制動器額定負載 125% 的重量及制動器的設計操作上限。升降機制動系統未能應付過度超載的情況，以致無法令升降機機廂保持於停定的狀態。機廂開始下滑，並不斷加速。

6.4 限速器在升降機的速度達至每秒 1.37 米時被啟動，安全鉗亦因而起動。由於升降機超載情況已超出了系統的設計操作上限，雖然制動系統及安全鉗已被啟動以減緩下降速度，升降機機廂仍繼續下滑，最後在撞到升降機井道底部的緩衝器後停下來。

## 7 加強升降機的安全規管措施

7.1 在該升降機事故發生後，機電署已即時採取行動，檢查安裝於同一幢大廈內的另外兩部升降機，確保它們均處於安全操作狀態。

7.2 為加強公眾對安全使用升降機的意識及更為留意避免升降機超載的正確方法，一套題為「防止升降機超載」的政府宣傳短片，已於 2014 年 11 月 18 日開始於各電視頻道播放，並已上載至「機電工程署@YouTube」影片分享頻道及政府新聞處的媒體頻道。另外，亦派發了以「防止升降機超載」為主題的新海報，以宣傳安全使用升降機。我們已陸續發信通知有關的負責人，提醒他們妥善管理升降機以防止超載的重要性。

7.3 為令負責人更了解自己在《升降機及自動梯條例》（第 618 章）下的責

任和職責，機電署已加強宣傳和公眾教育，通過為負責人舉辦更多研討會，提升他們對升降機的日常管理，以及與註冊升降機承辦商簽訂保養合約方面的知識。

7.4 機電署亦已發出通函，提醒業界妥善維修保養升降機制動器、限速器、保險纜系統及安全鉗的重要性。根據《升降機及自動梯條例》(第 618 章) 第 16 條，承辦任何升降機工程的註冊升降機承辦商須確保該工程妥善和安全地進行。他們並須確保有關升降機及其所有相聯設備或機械保持於妥善維修狀況及安全操作狀態。

7.5 機電署已加強對升降機限速器系統及制動系統狀況的突擊檢查，以確保這些系統得到妥善保養。

## 附錄 I

### 升降機的基本結構

升降機的基本結構包括一條垂直的井道，而機廂則放置在井道內。井道裡面裝有導軌，限制機廂按調控向上和向下移動。

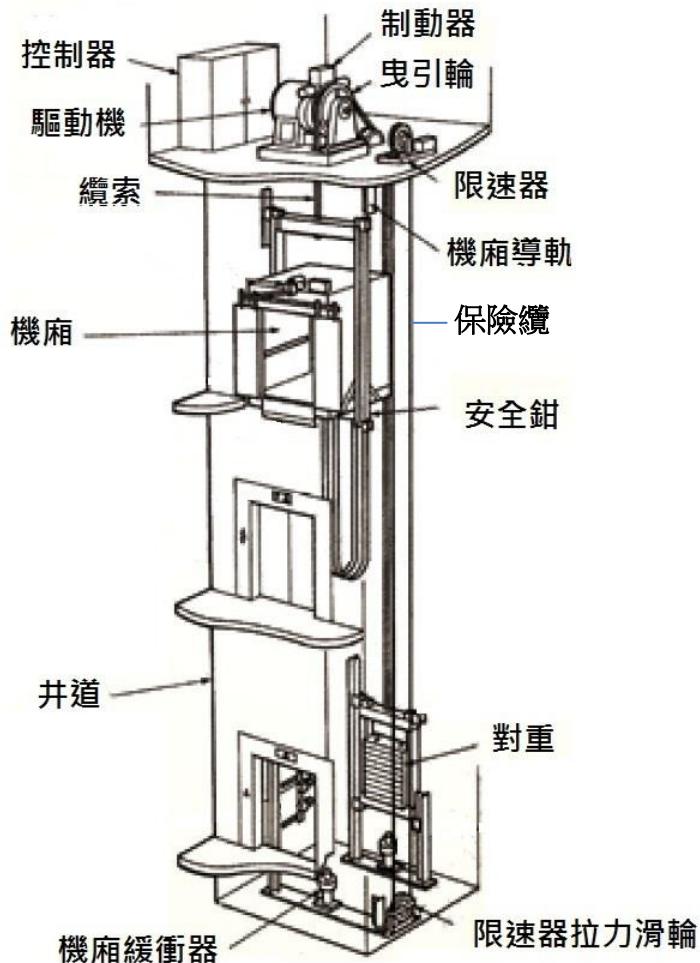
機廂由多條鋼纜（懸吊纜索）吊動。這些鋼纜由機房內的曳引機驅動，而機房則通常位於天台。懸吊纜索的一端連接機廂頂部，而另一端則連接對重鉛以作平衡。當機廂移動時，對重鉛會向相反方向移動。曳引機裝有纜轆，而懸吊纜索則放置在纜轆上。懸吊纜索與纜坑接觸，由接觸面之間產生的摩擦力驅動。懸吊纜索及纜轆在升降機運作時會有損耗，因此需要定期檢查及更換。

懸吊纜索的拉力級別必須符合 ISO 4344 或其他相關國際標準的規定。懸吊纜索的安全系數(最低破斷載荷與纜索所承受的最高拉力之間的比率)至少必須為12。

雖然具有高的安全系數，但當懸吊纜索的磨損程度已令纜索直徑減少一成以上，或已有過多鋼絲斷裂，便應立即更換，以使升降機保持於安全操作狀態。

曳引機的作用在於驅動纜轆以使其轉動，令升降機機廂向上或向下移動。曳引式升降機設有多個安全裝置，以便一旦設備發生故障時可穩住機廂，令機廂停留在安全位置。基本安全部件包括：限速器、機廂的安全鉗和對重鉛（如適用），以及井道底的緩衝器。如升降機懸吊系統出現問題而導致機廂的行進速度超過設計速度，限速器便會啟動，驅使安全鉗夾緊導軌，把機廂及對重鉛制停並停留在安全位置。

在井道底安裝的緩衝器，可作為緩減機廂最終下降速度的最後方法。以下段落是上述安全部件的詳情。



## 升降機的主要部件

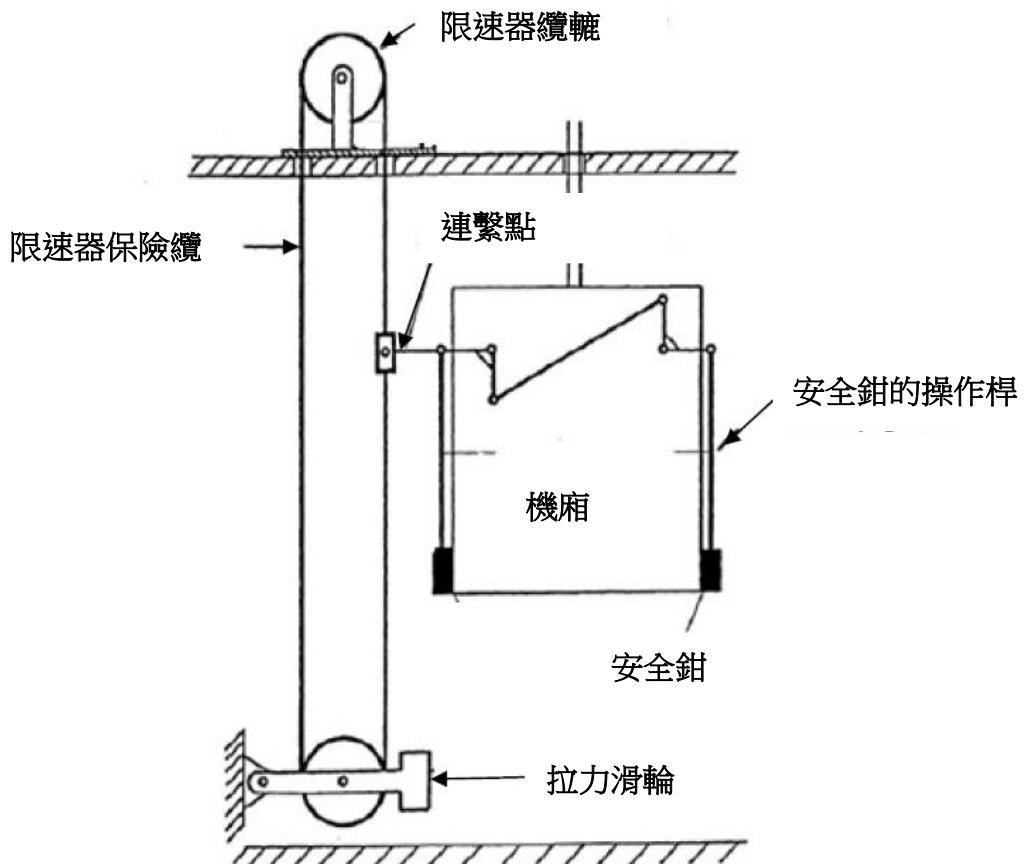
### 1. 限速器

限速器主要由兩個滑輪組成，兩個滑輪由井道內的一條小纜索連接起來。纜索兩端則連接至機廂下面的安全鉗。當機廂的下行速度達至預定值（啟動速度），限速器會被啟動，截斷驅動器的電力供應，並啟動安全鉗，制止機廂進一步超速或下墜。

圖 A 為升降機限速器系統的典型設計安排。限速器位於升降機機房/升降機井道內，包括一條保險纜，繞經限速器纜轆，下行至井道底坑的拉力滑輪，然後返回限速器纜轆。系統透過保險纜與機廂之連繫點並聯，再由機廂驅動。

拉力滑輪裝設於井道底坑位置，用作維持及監察限速器保險纜之張緊力。為確保限速器保險纜於升降機運作期間能維持足夠的張緊力，附設於拉力滑輪之對重錘

鉈，必須保持於其正常安裝位置(即大約在3點鐘位置)。對重錘鉈的位置，亦須由限速器保險纜的電氣安全裝置監察，當限速器保險纜斷裂或鬆弛時，該電氣安全裝置會被啟動，並立即關掉升降機驅動器的電源。



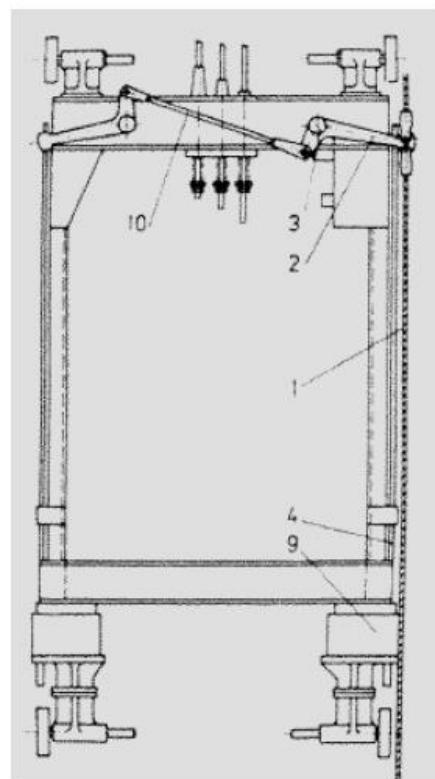
圖A：升降機限速器系統的典型設計安排

## 2. 安全鉈

圖B為升降機機廂支架的典型設計安排。一對安全鉈(9)是安裝在支架底部。當保險纜(1)被限速器的制動蹄抓住時，升降機機廂如再向下移動，便會令樞軸接頭(3)上的槓杆臂(2)轉動，從而促動安全鉈的操作機件，以抓住導軌。連接杆(10)可確保一對安全鉈同時操作。事涉升降機的安全鉈系統在設計上與圖B所示的有些微分別，其槓杆臂和連接杆是安裝在支架底部的。圖C為事涉升降機的底架和安全鉈結構圖。圖D所示的安全鉈設計圖，與事涉的安全鉈相類似。其組件包含兩個楔形楔塊(1)，這兩個楔塊由裝置於罩殼(3)內的金屬滾輪(2)移動，並沿夾緊爪(4)的軌道運行。

安全鉈被限速器啟動時，楔塊會升起並與導軌接觸。楔塊對導軌所起的楔入作用

會阻止升降機機廂進一步向下移動。



- 1: 保險纜
- 2: 槓杆臂
- 3: 樞軸接頭
- 4: 操作杆
- 9: 安全鉗
- 10: 連接杆

圖 B：機廂架的典型設計安排

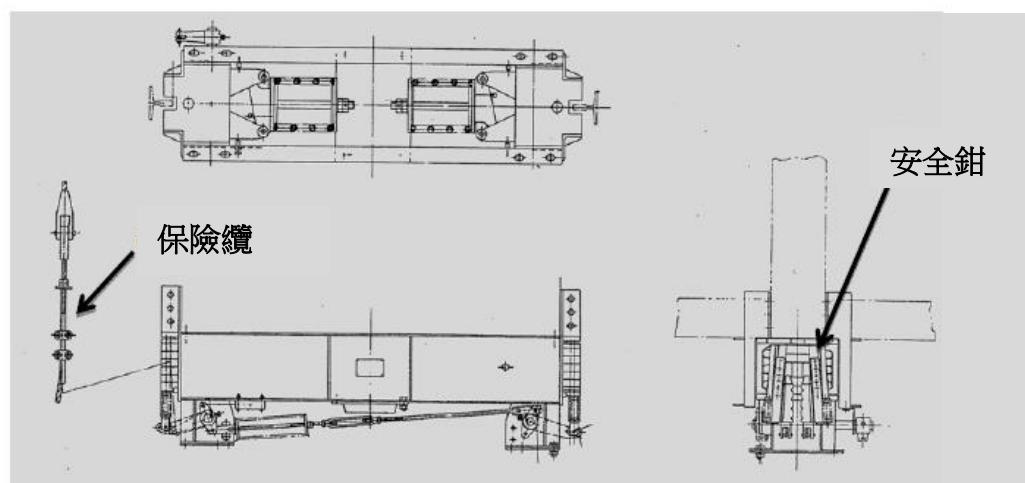


圖 C : 1 號升降機的底架和安全鉗繪圖

楔塊在安全鉗  
啟動後的移動方向

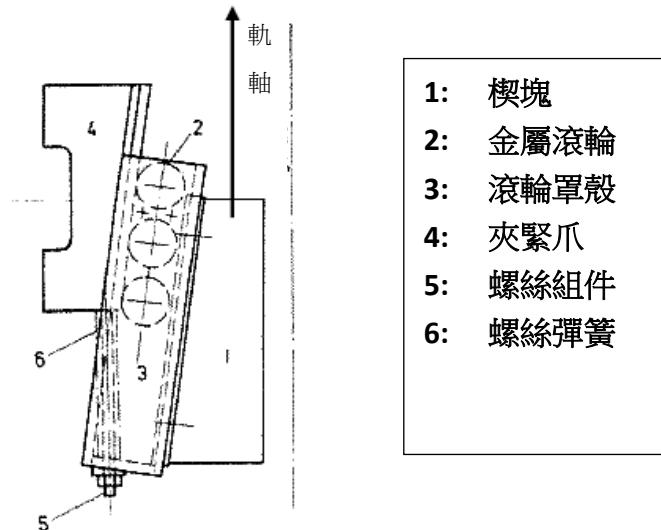


圖 D：安全鉗的設計

### 3. 緩衝器

升降機必須在行程的下限位置，為機廂及對重鉈設置緩衝器，作為最終緊急裝置。當機廂／對重鉈超速下降，但速度低於安全鉗的啟動速度時，其撞擊能量會被緩衝器所吸收。為肇事升降機機廂及對重鉈而設的圓形螺旋彈簧緩衝器是裝設於井道底坑內。這種緩衝器名為蓄能式緩衝器，可用於額定速度不超逾每秒 1 米的升降機。至於額定速度高於每秒 1 米的升降機，則必須使用耗能式緩衝器（油壓緩衝器）。圖 E 為升降機所使用的彈簧緩衝器。

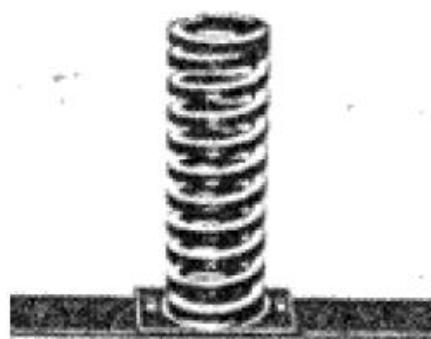


圖 E：升降機的彈簧緩衝器